МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИДОННОЙ ЧАСТИ ВОСХОДЯЩЕГО ЗАКРУЧЕННОГО ПОТОКА КАК РЕШЕНИЕ ОДНОЙ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ

Казачинский А.О.

Снежинский Физико-Технический Институт Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ»

В работе для системы уравнений газовой динамики рассмотрена одна характеристическая задача Коши с начальными условиями на горизонтальной плоскости $z = 0$. При этом значение вертикальной составляющей вектора скорости газа $\omega = 0$, то есть, газ через плоскость $z = 0$ не течет. В случае общих пространственных изэнтропических течений непроницаемая плоскость $z = 0$ является контактной характеристикой кратности 2. Для того чтобы рассматриваемая задача с начальными данными при $z = 0$ имела единственное решение, необходимо на другой поверхности задать 2 дополнительных условия. Взят случай, когда на некотором цилиндре ненулевого радиуса радиальная составляющая вектора скорости газа $u = -Const$, а окружная $v = 0$ [1, 2].

Решение задачи строится в виде отрезка ряда по степеням z. Коэффициенты ряда зависят от остальных независимых переменных $t,\ r,\ \varphi$. Нулевые коэффициенты ряда удовлетворяют гиперболической системе уравнений с частными производными и не зависят от φ, что позволяет численно построить нулевые коэффициенты методом характеристик. Остальные коэффициенты ряда определяются из линейных уравнений с частными производными, что позволяет частично разделить переменные. Решение сводится к численному решению соответствующих систем обыкновенных дифференциальных уравнений [3]. Для численного решения применяется модифицированный метод характеристик, в котором сетка задается до начала счета. Система решается на прямоугольной сетке, поэтому используется стандартное для разностных схем обозначение U_i^n вектора значений искомых функций $U(t,r) = (c,u,v)$ в точке $(t = t_n, r = r_i)$, где $t_n = n\tau; r_i = r_0 + ih$. Шаг сетки по пространственной переменной постоянный $\Delta r = h$, а шаг по времени $\Delta t = \tau$ задается таким образом, что все три характеристики, выходящие из точки (t_{n+1}, r_i), пересекают прямую $t = t_n$ в пределах отрезка $\left[r_{i-1}, r_{i+1}\right]$[2].

Список литературы:

1. Баутин С.П., Крутова И.Ю., Обухов А.Г., Баутин К.В. Разрушительные атмосферные вихри: теоремы, расчеты, эксперименты: монография Новосибирск: Наука; Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2013. – 216 с.
2. Баутин С.П., Дерябин С.Л., Крутова И.Ю., Обухов А.Г. Разрушительные атмосферные вихри и вращение Земли вокруг своей оси: монография Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2017. – 335с.
3. Казачинский А.О., Крутова И.Ю. Построение течений в придонной части восходящих закрученных потоков как решение одной характеристической задачи Коши. Препринт. Снежинск: издательство СФТИ НИЯУ МИФИ, 2016 ¬ 60 с.